

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka / Rakennustuotanto

Kari Rissanen

TEHDASRAPATTUJEN BETONIELEMENTTIEN LAATUVAATIMUKSET

Opinnäytetyö 2011

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka

RISSANEN, KARI

Opinnäytetyö

Työn ohjaaja

Toimeksiantaja

Huhtikuu 2011

Avainsanat

Tehdasrapattujen betonielementtien laatuvaatimukset

35 sivua

lehtori Sirpa Laakso, lehtori Juha Karvonen

Skanska Talonrakennus Oy

tehdasrappaus, elementtirappaus, laatuvaatimukset

Tehdasrapattu elementti on betonielementti, joka lämmöneristetään ja pohjarapataan jo tehtaalla ennen työmaalle kuljetusta. Tämän opinnäytetyön tavoite on tutkia tehdasrapattujen elementtien laatuvaatimuksia. Tällaisten elementtien valmistaminen on aloitettu 2000- luvulla, joten tuote on melko uusi, eikä siitä ole paljoa tietoa saatavilla.

Tutkimuksessa on koottu tehdasrapatun betonielementin valmistuksen, eristeen, sekä rappauksen ja niihin liittyvien työvaiheiden laatuvaatimukset. Laatuvaatimukset ohjaavat tehdasrapatun elementin valmistuksen lopputulosta ja siihen liittyviä työvaiheita.

Tehdasrapattuja elementtejä valmistetaan eri menetelmillä, mutta työvaiheet pysyvät samoina. Laatuvaatimusten tarkoitus on yhtenäistää eri menetelmin valmistettavien tehdasrapattujen elementtien jokainen työvaihe.

Tehdasrapatun elementin koostuessa monesta eri materiaalista ja työvaiheesta, siihen voidaan soveltaa jo olemassa olevia laatuvaatimuksia. Vaatimukset koskevat esimerkiksi betonista sisäkuorielementtiä, mineraalivillaa ja eristerappausta.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Construction Engineering

RISSANEN, KARI

Quality Requirements for a Factory-Plastered Concrete
Element

Bachelor's Thesis

35 pages

Supervisor

Sirpa Laakso, Senior Lecturer, Juha Karvonen Senior Lec-
turer

Commissioned by

Skanska Talonrakennus Oy

April 2011

Keywords

factory-plastered, element plastering, quality requirements

Factory-plastered element is a concrete element, which is thermal insulated and base plastered already at the factory before transporting to the building site. The goal of this thesis was to study quality requirements of factory plastered-element. Manufacturing of these elements started at the 21st century, so the product is quite new and there is little information available.

In this study all the quality requirements considering concrete element, insulation and plastering, including all the working methods, are gathered together. Quality requirements control manufacturing and the final result of the factory-plastered element.

Factory-plastered elements can be manufactured by different methods, but the work phases stay the same. The purpose of these quality requirements is to unify every work phase done by using different work methods.

Because factory plastered concrete element consist of many different materials and work phases, it is possible to combine the already existing quality requirements. Requirements can be for example about concrete elements, mineral wool, or thermal plastering.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	6
2	JULKISIVUELEMENTTIEN RAPPAAUS	7
2.1	Eristerappaus	7
2.1.1	Kolmikerroseristerappaus	8
2.1.2	Ohutrappaus	8
2.2	Sisäkuorielementti	9
2.3	Tehdasrappaus	9
3	RAPPAUSLAASTIT	11
3.1	Laastityypit	12
3.1.1	Kalkkilaasti	12
3.1.2	Hydraulinen kalkkilaasti	12
3.1.3	Sementtilaasti	12
3.1.4	Kalkkisementtilaasti	13
3.2	Kiviaines	13
3.3	Lisäaineet	13
4	TEHDASRAPPAUKSEN LAATUVAATIMUKSET	13
4.1	Sisäkuorielementin vaatimukset	13
4.2	Eristeen vaatimukset	16
4.3	Pohjarappauksen vaatimukset	17
4.3.1	Rappaustyö	18
4.3.2	Kiinnipysyvyys	19
4.4	Pintarappauksen vaatimukset	20
4.4.1	Saumat	21
4.4.2	Suoruus	23
4.4.3	Rappauksen mittatarkuus luokat	23

4.4.4	Mittaustyökalut	24
4.4.5	Pinnan tasaisuus	26
4.4.6	Värin tasaisuus	27
4.4.7	Kiinnipysyvyys	28
4.4.8	Halkeilu	28
5	KATSELMUKSET JA TARKASTUKSET	29
5.1	Alustakatselmus	30
5.2	Mallityökatselmus	30
5.3	Vastaanottokatselmus	31
6	TYÖMAALLA TEHTÄVÄT MITTAUKSET JA KOKEET	31
6.1	Ilmamäärän mittaus	31
6.2	Vesimäärän mittaus	31
6.3	Tartunnan testaus	32
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	32
	LÄHTEET	34

1 JOHDANTO

Tehdasrapattujen elementtien käyttö on lisääntynyt Skanska Talonrakennus Oy:n rakennuskohteissa. Skanska Talonrakennus Oy on käyttänyt useampaa markkinoilla olevaa tehdasrapattujen elementtien valmistajaa rakennuskohteissaan, ja näin ollen saanut kokemusta eri tehdasrapattuja elementtejä valmistavien yritysten tuotteista. Tehdasolosuhteissa valmiiksi lämmöneristetty ja pohjarapattu elementti nopeuttaa rakentamista ja parantaa rakentamisen laatua. Tehdasrapatun elementin lämmöneriste ei joudu työmaalla kosteudelle alttiiksi, koska pohjarappaus suojaa sitä. Työmaalla tehtäviksi työvaiheiksi jäävät elementtien sauma- ja pintarappaukset. Tehdasrapatuilla elementeillä saadaan rakennukseen yhtenäinen saumaton pinta.

Tämän opinnäytetyön tavoite on tutkia, minkälaisia laatuvaatimuksia tehdasrapatuilla elementeillä on hyvän lopputuloksen saavuttamista varten, ja parantaa laadun valvontaa. Opinnäytetyössä tutkitaan laatuvaatimukset, joita voidaan käyttää tehdasrapattujen elementtien eri valmistusvaiheissa. Yhtenä tavoitteena on myös tuoda työmaille tietoa tällaisen elementin laatuvaatimuksista, joista on vielä liian vähän tietoa.

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan tehdasrapattujen elementtien laatuvaatimuksia elementtitehtaalla tehtävistä työvaiheista, aina työmaalla valmistuvaksi lopulliseksi rappauspinnaksi asti. Kaikista työvaiheista ei ole olemassa laatuvaatimuksia, mutta työn tarkoituksena on tuoda esille ne laatuvaatimukset, joita voidaan tällaiselle tehdasrapatulle elementille asettaa.

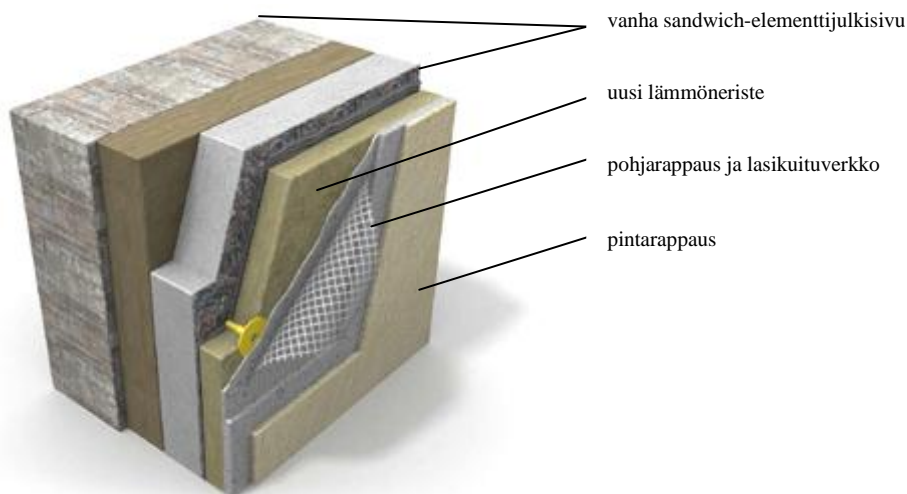
Opinnäytetyön tutkimusmenetelmänä käytetään betonirakentamista ja rappausta varten laaditun kirjallisuuden soveltamista tehdasrappaukseen. Tarkoituksena on yhdistää elementtien ja rappauspintojen työvaiheiden sekä materiaalien laatuvaatimukset tehdasrapattuja elementtejä varten. Tehdasrappausta tekevän yrityksen tuotantomenetelmiin perehtyminen on myös yksi opinnäytetyön tutkimusmenetelmistä.

2 JULKISIVUELEMENTTIEN RAPPAUS

2.1 Eristerappaus

Lämmöneristeen päälle tehtävistä rappauksista käytetään yleisnimitystä eristerappaus (1:1). Eristerappaus on tehdasrappausta vanhempi työmenetelmä, jonka pohjalta tehdasrappaus on kehittynyt. Eristerappaus tehdään uudis- tai korjauskohteissa työmaalla toisin kuin tehdasrappaus.

Eristerappauksia on tehty jo 1970-luvulta asti, mutta se on yleistynyt 2000-luvulla julkisivukorjausmenetelmänä erityisesti betonielementtitalojen peittävässä julkisivukorjauksissa (1:2). Kuvassa 1 eristerappaus on tehty vanhan betonisen sandwich elementin päälle. Eristerappausta käytetään nykyään myös uudisrakentamisessa, jota varten on kehitetty tehdasrappaus, joka edustaa uusinta eristerappaus menetelmää.



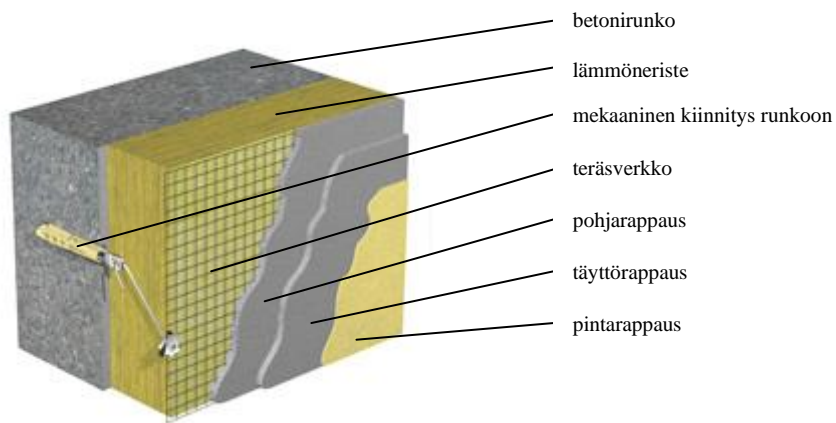
Kuva 1. Eristerappaus vanhan seinärakenteen päällä (2.)

Eristerappaus, kuten myös tehdasrappaus voidaan tehdä, joko kolmikerros- tai ohutrappauksena suoraan lämmöneristeen päälle. Lämmöneristeenä käytetään, joko levy- tai lamellieristettä. Levyeristeen on oltava riittävän jäykkä tuote, yleensä EPS- tai mineraalivillalevy. Asennuksessa käytetään joko mekaanisia kiinnikkeitä, liimalaastia tai näiden yhdistelmää rappausjärjestelmittäin.

2.1.1 Kolmikerroseristerappaus

Kolmikerroseristerappaus on kalkkisementti laasteilla tehty rappaus, joka tehdään lämmöneristeen päälle. Kolmikerroseristerappaus koostuu kolmella eri laastilla tehdyistä rappauskerroksista, joita ovat pohjarappaus, täyttörappaus ja pintarappaus. Rappausverkko, joka jää rappauskerrosten peittoon, lujittaa rappauksen. Mekaanisten kiinnikkeiden avulla rappaus kiinnitetään eristeen läpi seinän runkoon. (1:3.)

Kuvassa 2 on mekaanisilla kiinnikkeillä betonielementtiin kiinnitetty lämmöneriste ja teräksinen rappausverkko, jonka päälle on tehty kolmikerrosrappaus.

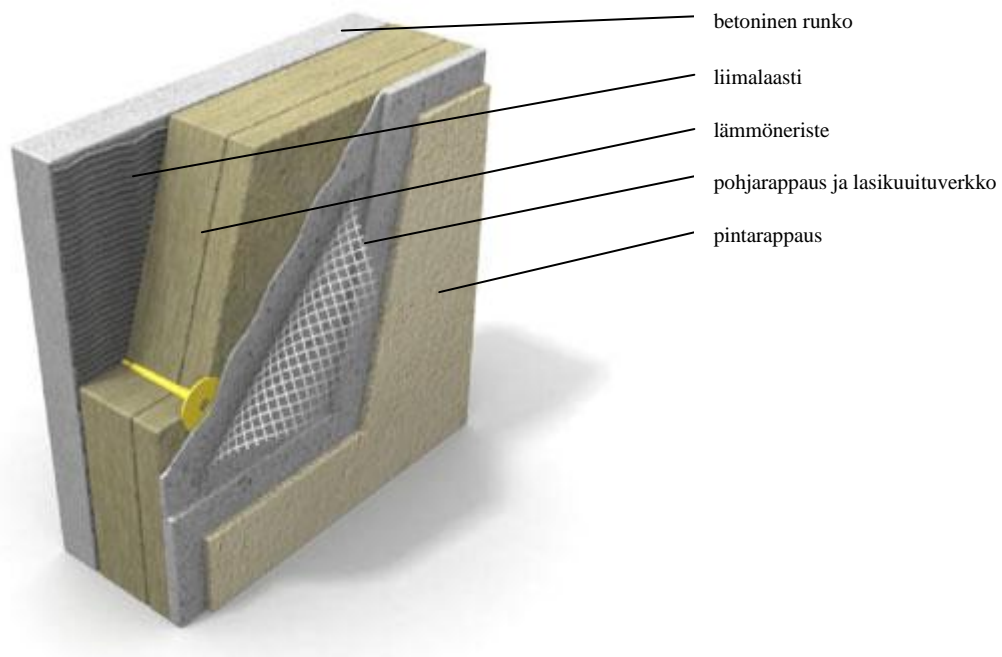


Kuva 2. Kolmikerroseristerappaus (3.)

2.1.2 Ohutrappaus

Ohutrappaus muodostuu ainoastaan pohjarappauksesta sekä pintarappauksesta ja se voidaan tehdä yhdellä tai kahdella eri laastilla. Toisin kuin kolmikerroseristerappaus ohutrappaus kiinnitetään kauttaaltaan lämmöneristeeseen ja eriste kiinnitetään seinän runkoon. (1:4.)

Ohutrappauksessa eristeenä käytettävä lamellieriste on kivivillaa ja asennetaan yleensä liimalaastilla kiinni alustaan (kuva 3). Rappausta jäykistetään lasikuituverkolla, joka on muovipinnoitettu. Ohutrappaus on lopputulokseltaan kolmikerrosrappausta taipuisampi ratkaisu. (1:5.)



Kuva 3. Ohutrappausrakenne (4.)

2.2 Sisäkuorielementti

Sisäkuorielementit ovat osa eriytettyä tai yhdistelmäjulkisivua (5:1).

Sisäkuorielementti on tehtaalla valmistettu betoninen elementti. Näiden elementtien minimipaksuus on 100 mm, mutta yleensä suositellaan 120 mm:n paksuutta.

Lämmöneristeen voi kiinnittää sisäkuorielementtiin tehtaalla tai työmaalla. Tehtaalla eristettäessä vältetään työmaan sääolosuhteilta sekä vähennetään työmaalla tehtävien työvaiheiden määrää. (5:2.)

Sisäkuorielementti on tehdasrapatun elementin alusta, johon sekä eriste että rappaus yhdistetään jo tehtaalla (kuva 4).

2.3 Tehdasrappaus

Markkinoilla on muutamia elementtitehtaita, jotka valmistavat tehdasrappattuja elementtejä ja antavat avoimesti tietoa rappauksen suoritustavasta. Nämä valmistustavat poikkeavat toisistaan paljonkin, mutta yhteistä niille on rappausolosuhteet sekä työmaalla saavutettava ajallinen hyöty. Tehdasrappauksessa elementin eristäminen, verkotustyö sekä pohjarappaus suoritetaan tehtaalla hallituissa olosuhteissa.

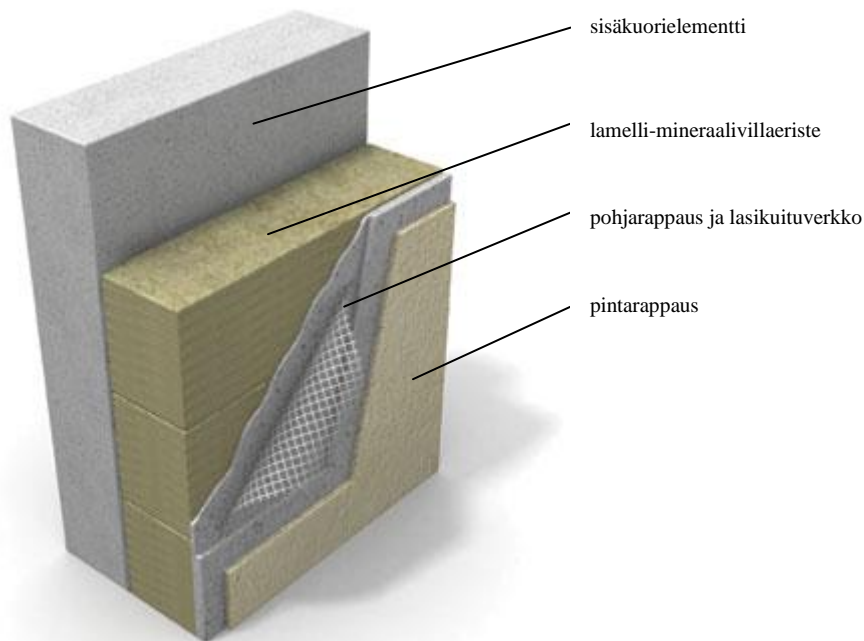
Tehdasrapatuilla elementeillä saadaan rakennukseen säänkestävä ulkopinta valmiiksi nopeasti. Työmaalla tehtäviksi työvaiheiksi jäävät ainoastaan saumojen täytöt ja värillinen pintarappaus. Tehtaalla tehty pohjarappaus suojaa lämmöneristeitä rakennusaikana sateelta sekä ultraviolettivalolta. Pohjarappaus tehdään sisätiloissa vakio-olosuhteissa. (6:1.) Tehdasrappausa valmistavien yritysten tekninen ratkaisu ja toteutus vaihtelevat. Tehdasrappaukset voidaan jakaa karkeasti ohutrappauksiin sekä kolmikerrosrappauksiin. Valmistajittain rappauksen lopullinen kokonaispaksuus on 10 – 35 mm. (5:3.)

Ohutrappaukseen tehdään noin 10 mm:n paksuinen pohjarappauskerros lamellivuorivillan tai paisutetun polystyreenin eli EPS:n päälle. Ohutrappaus, joka on vahvistettu lasikuituverkolla, kiinnittyy taustaansa vain tartuntalaastin avulla. (5:4.) Lasikuituverkko jää kauttaaltaan pohjarappauksen sisään (kuva 4).

Vahvempi kolmikerrosrappaus, jonka kokonaispaksuus on noin 30 – 35 mm, sidotaan eristeen läpi mekaanisilla kiinnikkeillä betoniseen sisäkuorielementtiin. Tämä rappaus muistuttaa perinteistä kolmikerrosrappausa ja kestää ohutta vaihtoehtoa paremmin kuljetuksen, asennuksen ja käytön aikaisia iskuja. (5:5.) Eristeen päälle asennetaan pistehitsattu kuumasinkitty teräsverkko, joka peittyy kokonaan pohjarappauksen alle. Teräsverkko kiinnitetään teräsbetoniseen sisäkuoreen mekaanisilla ruostumattomilla kiinnikkeillä. Pohjarappauksen paksuus on noin 20 mm, ja se tehdään kuituvahvistetusta kalkkisementtilaastista. (6:2).

Saumojen teko jää pintarappauksen ohella ainoaksi työmaalla tehtäväksi työvaiheeksi riippumatta siitä, kummalla tavalla rappaus tehtaalla toteutetaan.

Verkkokaistat asennetaan saumoihin ja saumat rapataan samalla rappauslaastilla kuin tehtaalla suoritettu rappauskin. Pintarappaus on paksuudeltaan noin 5 mm valitun karkeusasteen mukaan. (6:3.)



Kuva 4. Ohut tehdasrappaus lasikuituverkolla (7.)

3 RAPPAUSLAASTIT

Rappauslaastit voidaan jakaa karkeasti kalkki-, kalkkisementti- ja sementtilaasteihin sideaineen laadun perusteella (1:6).

Rappauslaastien sideaineista käytetään seuraavia kirjaintunnisteita:

K Kalkki (sideaine kuivana)

K_h Hydraulinen kalkki

S Sementti

KS Kalkki + sementti

Esimerkiksi KS 35/65/600 on kalkkisementtilaasti, jossa on 35 painoyksikköä kalkkia, 65 painoyksikköä sementtiä ja 600 yksikköä kuivaa runkoainetta. (1:7.)

3.1 Laastityypit

3.1.1 Kalkkilaasti

Kalkkilaasti on sammutetun kalkin, runkoaineen ja veden seos. Kalkit jaotellaan kovettumistapansa perusteella ilmakalkkeihin ja hydraulisiin kalkkeihin. Ilmakalkki ei voi kovettua vedessä, vaan se reagoi kostean ilman hiilidioksidin kanssa eli kovettuu karbonatisoitumalla. (1:8.)

Kalkkikiven poltolla ja sen sammuttamisella on syntyvän kalkin laatuun suora vaikutus. Ne vaikuttavat yksittäisten kalkkipartikkeleiden pinta-alaan eli hienouteen. (1:9.)

3.1.2 Hydraulinen kalkkilaasti

Veden vaikutuksesta lujuutta muodostavia eli hydraulisia ominaisuuksia omaavia kalkkeja saadaan polttamalla kvartsi- savi, ja / tai rautaoksidipitoista kalkkikiveä alle sintrautumislämpötilan. (1:10.)

Sintrautumisella tarkoitetaan jauhomaisen aineen partikkeleiden toisiinsa kiinnittymistä eli aineen tiivistymistä.

Hydrauliset kalkkilaastit voidaan rinnastaa kalkkisementtilaasteihin, koska ne kovettuvat periaatteessa samalla tavoin kuin pienen määrän sementtiä sisältävät kalkkisementtilaastit. (1:11).

3.1.3 Sementtilaasti

Sideaineena sementtilaasteissa käytetään sementtiä tai muurausementtiä. Sementtilaasti kovettuu sementin reagoidessa veden kanssa ja kovettumisen kannalta on tärkeää, että siinä on kovettumisen ensimmäisinä vuorokausina tarpeeksi vettä, jotta sementin hydrataatio voi edetä häiriintymättä. Yleensä sementtilaastit kutistuvat runsaasti silloin kun ne sisältävät paljon hienojakoista kiviainesta. (1:12.)

3.1.4 Kalkkisementtilaasti

Kalkkisementtilaasteissa sideaineena ilmakalkin lisäksi on sementtiä, joka toimii laastin kosteuden vaikutuksesta kovettuvana osana. Kalkkisementtilaastin ominaisuuksiin voidaan vaikuttaa kalkki- ja sementtimäärien suhdetta muuttamalla. Sementti parantaa laastin loppulujuutta, säänkestävyyttä sekä varhaislujuutta, mutta heikentää laastin työstettävyyttä ja lisää sen kutistumaa varsinkin sementtimäärän ollessa suuri. (1:13.)

3.2 Kiviaines

Suurin osa rappauslaastien tilavuudesta on kiviainesta, ja sen raekokojakaumalla ja laadulla on suuri vaikutus laastien ominaisuuksiin. Kiviaineksen tulee sisältää eri raekokoja, jotta kiviaines pakkautuu mahdollisimman tiiviisti ja sideaineella täytettäviä tyhjätiloja jää mahdollisimman vähän. (1:14.)

3.3 Lisäaineet

Rappauslaasteissa käytetään myös erilaisia lisäaineita, joilla parannetaan laastin työstettävyyttä, tartunta- ja lujuusominaisuuksia sekä säänkestävyyttä. Lisäaineilla pystytään myös vaikuttamaan laastin väriin. (1:15.)

Rappauslaastien lisäaineita ovat huokostimet, hidastimet, polymeerit, kuidut, tiivistävät ja hydrofobiset aineet sekä pigmentit. (1:16.)

4 TEHDASRAPPAUKSEN LAATUVAATIMUKSET

Tässä osiossa käydään läpi tehdasrapattujen elementtien kaikkien valmistusvaiheiden laatuvaatimukset, alkaen tehtaalta päättyen valmiiseen työmaalla viimeistelyyn pintarappaukseen. Osiossa on pyritty huomioimaan kaikki laatuvaatimukset, joita voidaan asettaa tehdasrapatuille elementeille.

4.1 Sisäkuorielementin vaatimukset

Valmistustoleranssi on kappaleen, muotin tai raudoitteen muotoon ja kokoon liittyvä tila. Kappaleen, muotin tai raudoitteen pisteen, viivan tai pinnan on sijaittava

valmistuksen jälkeen tämän tilan rajojen sisällä. (8:1.) Asentamisen jälkeinen muodonmuutos kuuluu myös valmistustoleranssiin (8:2).

Betonielementtien toleranssiluokat ovat normaaliluokka (N) ja erikoisluokka (E) (8:3).

Normaaliluokka pitää sisällään ulkoseinät tavanomaisissa rakennuksissa sekä väliseinät ja sokkelit yleensä aina. Erikoisluokkaa käytetään, kun seinän ulkonäölle asetetaan korkeat vaatimukset. Yleensä eriytetyn julkisivun ulkokuorielementit kuuluvat myös erikoisluokkaan. (8:4.)

Sisäkuori valetaan raudoitettuun muottiin ja tasataan (kuva 5). Valmistustavoittain elementti on ennen tätä vaihetta pohjarapattu ja eristetty tai vaihtoehtoisesti eristetään ja rapataan vasta myöhemmin. Kolmikerrosrappauksen etuna ohutrappausvaihtoehtoon verrattuna on, että lopputuloksessa muottipinta on tasoitettavana rakennuksen sisäpintana. Tällöin sisävalmistustöiden työmenekki pienenee. (9:1.)



Kuva 5. Sisäkuorielementin tasaus (10.)

Taulukossa esitetään mittatoleransseja. Ne koskevat tehdasrappattujen elementtien sisäkuorta, joka toimii kantavana rakenteena ja runkona tehdasrapatuissa elementeissä. Tehdasrapatun elementin sisäkuori kuuluu normaaliluokkaan.

Taulukko 1. Betonirakenteiden sallitut mittapoikkeamat, seinät, sisäkuori (8.)

	Valmistustoleranssit [mm]	
Mittauksen kohde	Normaaliluokka	Erikoisluokka
Pituus (L), korkeus (H)	± 10	± 8
Paksuus (b)	± 8	± 5
Ristimittojen ero ($s_1 - s_2$)	± 15	± 12
Sivun käyryys (a)	± 8	± 5
Kierous (u)	± 15	± 10
Teräsosat, sähkörsiat ja reiät (t), sijainti pinnan suunnassa	± 10	± 10
Teräsosat, sähkörsiat ja reiät (t), sijainti syvyyssuunnassa	± 5	± 5
Ovet ja ikkunat, joka suunnasta (e, h, l)	± 8	± 5
Ovet ja ikkunat, kulmien sijainnin ero ($e_1 - e_2$)	10	8
Elementtien käyritymä (d)	L/400	L/600

4.2 Eristeen vaatimukset

Tehdasrapatuissa elementeissä käytetään yleensä mineraalivillaa, joka kiinnitetään valutyön yhteydessä mekaanisilla kiinnikkeillä sisäkuorielementtiin. Ohutrappausmenetelmässä tehtaalla muotin pohjalle, rappauslaastin päälle ladotaan eristelamellit ja betonisisäkuori valetaan eristeen päälle (kuva 6). Rappausverkko asennetaan rappauslaastin levityksen yhteydessä laastin keskelle (10:1).



Kuva 6. Lämmöneristeen asennusta pohjarappauksen päälle, muotin pohjalle (10.)

Kolmikerrosrappauksessa eriste asennetaan tuoreen, muottiin valetun betonimassan päälle. Samassa vaiheessa myös rappausverkko kiinnitetään mekaanisilla kiinnikkeillä vielä kovettumattomaan sisäkuorielementtiin. Valmistajilla on markkinoilla tarjolla eristepaksuudet, jotka täyttävät Suomen rakentamismääräyskokoelman vaatimat lämmönläpäisykertoimet.

Lämpimän, erityisen lämpimän tai jäähdytettävän kylmän tilan rakennusosien lämmönläpäisykertoimina U käytetään seuraavia vertailuarvoja laskettaessa rakennuksen vaipan lämpöhäviön vertailuarvo rakentamismääräyskokoelman osan D3 mukaisesti: seinä 0,17 W/m²K. (11:1.)

Eristeiden vaaditut lämmönjohtavuudet ja muut ominaisuudet täytyy pystyä osoittamaan Suomessa sovitun menetelmän mukaisesti. Eristys- ja elementtisaumojen tiivistystarvikkeiden tulee olla sellaisia, että ne säilyvät eivätkä syövytä muita rakennustarvikkeita tai muuta väriä näkyvissä pinnoissa. Eristeet eivät saa muodostaa tai kehittää vahingollista tai haitallista ainetta, hajua, kaasua tms. (12:1.)

Ennen rappaustyön aloittamista tulee rappausalustalle eli eristeelle pitää alustakatselmus. Alustakatselmuksessa mainittavat asiat ovat tämän opinnäytetyön luvussa 5.1 Alustakatselmus.

Eristyslamellien tai levyjen koko valitaan kohteittain siten, että vältetään turhilta saumoilta. Jäykät lämmöneristyslevyt ja –lamellit asennetaan betonisisäkuoreen siten, etteivät neljän levyn kulmat ole samassa pisteessä, jolloin muodostuisi ristikuvio. Kun lämmöneristys muodostuu kahdesta tai useammasta kerroksesta, eri kerroksissa olevat saumat eivät saa olla kohdakkain. (12:2.)

Lämmöneristeiden on kiinnityttävä betonoinnin yhteydessä lujasti sisäkuorielementtiin, eivätkä ne saa liikkua betonoinnin aikana. Lämmöneristeet on myös suojattava, jos ne ovat vaarassa vaurioitua betonoinnin tai muottien purkamisen yhteydessä. (12:3.)

Tehdasrappauksessa eristeet yleensä kiinnitetään betonoinnin yhteydessä. Kiinnitettäessä lämmöneristyslevyt betonipintoihin mekaanisesti käytetään esimerkiksi ammuttavia, hitsattavia tai porattavia kiinnikkeitä. Kiinnitystarvikkeiden määrän, koon ja ominaisuuksien tulee olla sellaisia, että kiinnitys kestää lämmöneristykselle tulevat rasitukset. Jos eristeet kiinnitetään laastilla, se tulee tehdä sekä lämmöneristyslevyn että laastin vaatimissa kosteus- ja lämpötilaoloissa tarvikkeiden valmistajien kirjallisten ohjeiden mukaan. (12:4.)

4.3 Pohjarappauksen vaatimukset

Pohjarappaus: Ensimmäinen rappauserkerros, joka ympäröi rappauserkon ja muodostaa alustan pintarappaukselle. Pohjarappaus voidaan tehdä useampana eri kerroksena. (1:17.) Pohjarappauserroksissa suurin raekoko on yleensä 5 mm ja pintarappauserroksissa enintään 2 mm (12:5).

Ohuissa tehdasrapatuissa elementeissä pohjarappaus voidaan suorittaa levittämällä rappauslaasti muotin pohjalle lastalla (kuva 7). Muovipinnoitettu lasikuituverkko asennetaan laastikerrosten väliin ja lamellivuorivilla rappauslaastin päälle. Eristeen päälle tuleva sisäkuorielementti valetaan myöhemmin.



Kuva 7. Pohjarappauksen levitys ohutrappaus-menetelmässä (10.)

Perinteisempi tapa suorittaa pohjarappaus on betonivalun pintaan tulevan eristeen ja teräsverkon päälle rappaaminen ruiskuttamalla. Kolmikerrosrappaus tehdään tätä menetelmää käyttäen. Pistehitsattu kuumasinkitty teräsverkko ja eriste kiinnitetään teräsbetoniseen sisäkuoreen mekaanisilla ruostumattomilla kiinnikkeillä valun yhteydessä.

4.3.1 Rappaustyö

Ennen rappaustyön aloittamista täytyy varmistua, että käytettävät tarvikkeet ja laastit sopivat rappausalustaan eli lämmöneristeeseen, työmenetelmiin sekä työolosuhteisiin. Rappausalustassa huomioitavaa on sen lujuus, materiaali, karheus ja kosteus. Pohjarappauksen työmenetelmänä käytetään yleensä levittämistä tai ruiskuttamista, joihin tarvikkeiden ja laastien tulee sopia. Tehdasrappauksessa olosuhteet ovat parhaat

mahdolliset, sillä työ tehdään tehdasolosuhteissa, mutta laastin kuivumisaika täytyy ottaa huomioon. (12:6.)

Täytyy myös varmistua, että eri käsittelyihin käytettävät laastit sopivat keskenään yhteen ja että rappaus täyttää ulko-olosuhteiden asettamat vaatimukset, kuten sään-, kosteuden-, kuumuuden-, kemikalioiden- ja kulutuksenkestävyys- ja lujuusvaatimukset. (12:7.)

Rappauksien tekemiselle alin sallittu lämpötila rakenteesta sekä ilmasta mitattuna on +5°C. Eristeet on puhdistettava kaikista rappauksen tartuntaa heikentävistä aineista, kuten rasvasta, noesta, pölystä, irtonaisesta aineksesta, sementtiliimasta ja suolakertymistä. (1:18.)

Rappausverkkojen tulee olla sellaista materiaalia, että ne säilyttävät kelpoisuutensa rakenteissa ja soveltuvat käyttötarkoitukseensa. Rappausverkot tulee limittää riippumatta siitä, käytetäänkö muovipinnoitettua lasikuituverkko vai pistehitsattua kuumasinkittyä teräsverkko. Rappausverkkojen limitykseen riittää yleensä 100 mm. (1:19.)

4.3.2 Kiinnipysyvyys

Sementtilaasteilla tehdyn rappauksen tulee kauttaaltaan tarttua kiinni alustaansa sekä eri rappauskerrosten tarttua kiinni toisiinsa (1:20).

Rappauslaastin kuivumiskutistuman vuoksi rappaukseen saattaa syntyä jännityksiä. Jännitysten ylittäessä alustan ja rappauksen välisen tartuntalujuuden rappaus saattaa irrota alustastaan ja syntyy kopo. (1:21.)

Pohjarappauksen eristeeseen kiinnittymistä sekä eri rappauskerrosten keskinäistä tartuntaa voidaan selvittää koputtamalla sekä erityistapauksissa tartuntavetokokein. Jännitysten, jotka irroittaisivat rappauksen alustastaan, syntyminen on hidasta, joten tartunnan pettämistä tulee selvittää aikaisintaan vuoden kuluttua rappauksesta. (1:22.)

Kalkkisementtilaasteilla rapatun kolmikerrosrappauksen tulee pääosin pysyä kiinni alustassaan. Kopoa voi esiintyä enintään 1 kpl/m², ja kopon pinta-ala saa olla korkeintaan noin 100 cm². Kopon yhteydessä ei saa esiintyä halkeilua. (1:23.)

Tehdasrappauksen kiinnipysyvyyttä voidaan tutkia tartuntalujuuskokeella (kuva 8), jossa 30 mm paksu vanerilevy kooltaan 200×200 mm liimataan tehtaalla tehtyyn pohjarappaukseen. Tartuntalujuuskoe suoritetaan liiman kuivuttua kohtisuoralla irtivetokokeella, vetonopeudella 5 mm/min. (10:2.)



Kuva 8. Tartuntalujuuskoe ohuelle eristerappausrakenteelle (10.)

4.4 Pintarappauksen vaatimukset

Pintarappaus: Uloimmainen rappauskerros, jolla saadaan aikaan rappauksen lopullinen ulkonäkö tai sopiva alusta pinnan jatkokäsittelylle. Pintarappaus voidaan tehdä useampana eri kerroksena. (1:24.)

Tehdasrapatut elementit pintarapataan työmaalla. Ennen pintarappausta työmaalla paikataan kolhut, joita elementteihin syntyy kuljetuksessa ja nostoissa. Työmaalla myös ylitasoitetaan saumat ja niitä varten tehdyt reunaohennukset. Kuvassa 9 näkyy kuljetuksesta aiheutuneita vaurioita sekä tehtaalla tehty reunaohennus.



Kuva 9. Kuljetuksessa vaurioitunut tehdasrapattu elementti (10.)

4.4.1 Saumat

Tehdasrapattujen elementtien pohjarappaukseen tehdään tehtaalla reunaohennukset, joiden tarkoitus on helpottaa elementtiensaumojen verkotusta ja tasoitusta työmaalla. (10:3.)

Reunaohennukset voidaan tehdä asentamalla ennen pohjarappauksen levitystä kovalevystä tehdyt reunakaistat elementtien reunoihin kaksipuoleisella teipillä. Näin elementtien saumoihin jää eräänlainen syvennys (kuva 9), johon lisäverkkoitus sekä ylitasoitus tehdään (kuva 10). (10:4.)



Kuva 10. Saumojen tiivistys, lisäverkkoitus lasikuituverkolla ja ylitasoitus (10.)

Kolmikerrosrappauksessa lisäverkotus saumoihin tehdään teräsverkkoa käyttäen. Verkko on samaa kuin pohjarappauksessa. Kolmikerrosrappauksessa reunat ohennetaan jättämällä tehtaalla reunoista kaista pohjarappaamatta, jolloin teräksinen rappausverkko jää niiltä osin näkyviin.

Ylitasoituksen ja mahdollisten kolhujen paikkausten jälkeen voidaan tehdasrapattu tuote pinta- ja pintarapata. Kuvassa 11 näkyy ylitasoitettu elementtisauma sekä valmis pintarappaus.



Kuva 11. Ylitasoitettu elementtisauma sekä valmis pintarappaus (10.)

4.4.2 Suoruus

Pohjarappauksen suoruus mitataan tehtaalla ennen varsinaista pintarappausta. Rappauksen tasaisuusluokka valitaan suunnitelma-asiakirjojen perusteella ja määrätään jokaiselle rakennusosalle erikseen. (1:25.)

Rappauksen suoruutta voidaan mitata ainoastaan kaksi- ja kolmikerrosrappauksissa. Mittaukset tehdään RT-ohjekortin RT 14-10373 mukaista mittalautaa ja kiilaa käyttäen. Julkisivun suoruusmittauksissa satunnaisia mittauslinjoja tulee olla tarpeeksi verrattuna kohteen kokoon ja luonteeseen. Mittalinjojen minimimäärä on kuitenkin 6 kappaletta. (1:26.)

4.4.3 Rappauksen mittatarkuus luokat

Rappauspinnat jaetaan laatuluokkiin pinnan tasaisuuden mukaan. Rappauspinnoille olemassa on kolme laatuluokkaa:

Luokka 1: Rakennusosat, joille asetetaan erityisen suuret laatuvaatimukset, esimerkiksi maalattavat sisäpinnat (12:8).

Luokka 2: Rakennusosat, joilla on tavanomaiset laatuvaatimukset sistiloissa (12:9).

Luokka 3: Ulkopinnat ja sellaiset rakennusosat sisällä, joille ei aseteta suuria vaatimuksia (12:10).

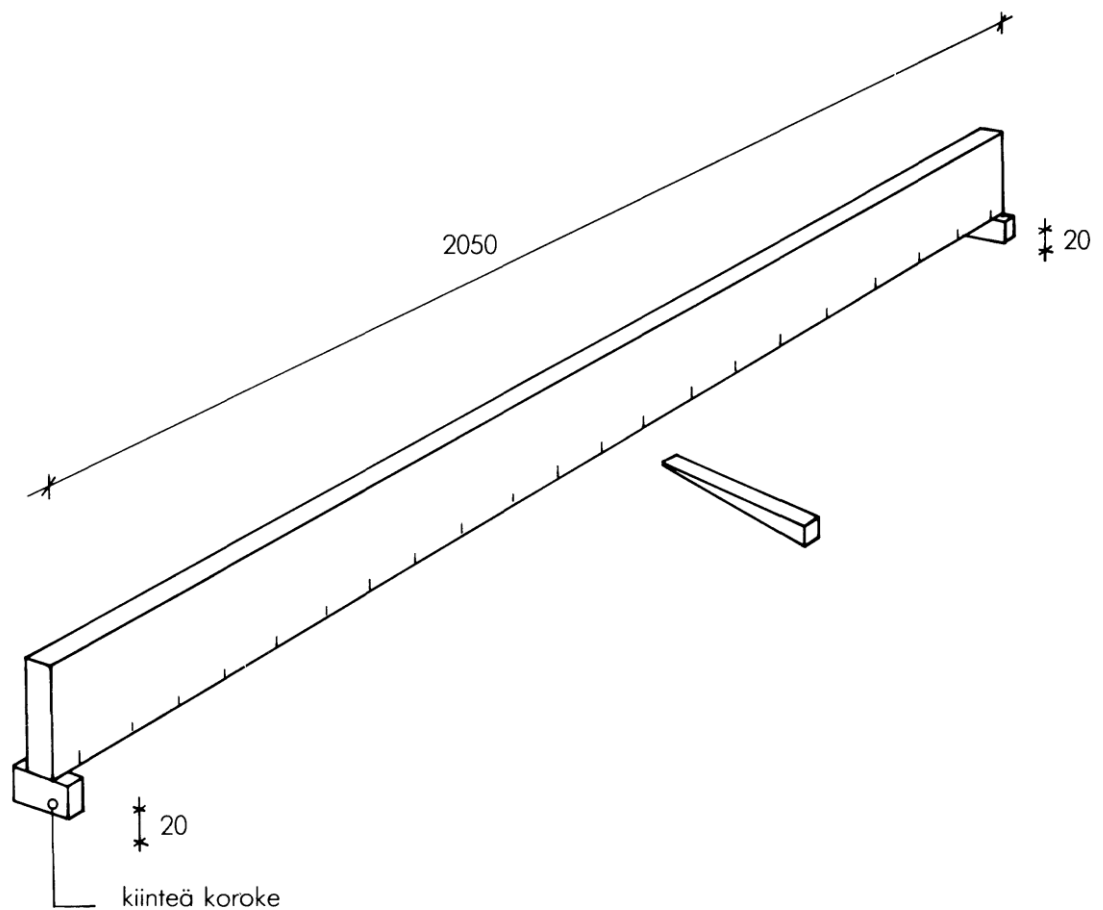
Taulukko 2. Rapatun pinnan tasaisuus (12.)

		Suurin sallittu poikkeama mm		
	Mittauspituus mm	Luokka 1	Luokka 2	Luokka 3
Seinä	2 000	± 3	± 5	± 7
Katto	2 000	± 3	± 5	± 7
Katto muihin rakennusosiin tai pintoihin rajoituessa	2 000	± 2	± 3	± 5

Julkisivurappaukset ovat yleisesti luokassa 3, ellei työselityksessä ole toisin mainittu (1:27).

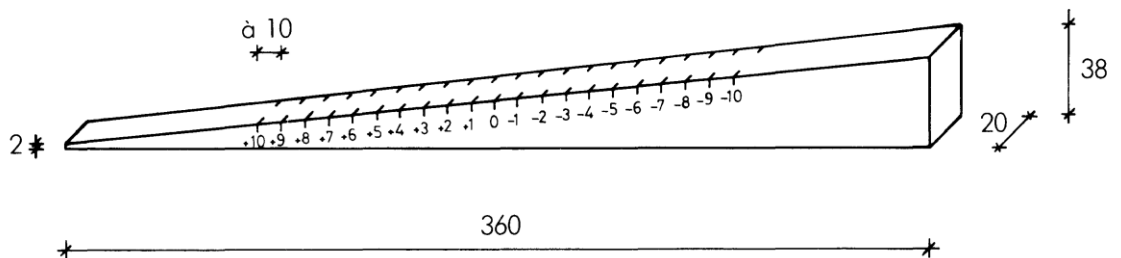
4.4.4 Mittaustyökalut

Mittalauta on alumiinista tehty lauta, jonka mitat ovat 2 050 mm x 100 mm x 20 mm, ja sen molempien päätyjen alapinnalle on kiinnitetty 20 mm:n koroke, ks. kuva 12. Mittalauta on kevyt, jotta sitä olisi helppo käyttää seinien ja kattojen tasaisuuden mittaamisessa. Alumiini kestää hyvin eri sääolosuhteita ja säilyy suorana (13:1.)



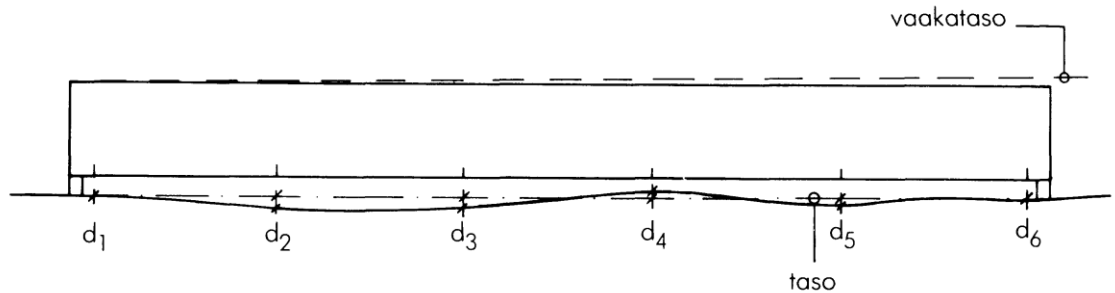
Kuva 12. Mittalauta ja kiila (13.)

Kiila on pituudeltaan 360 mm pitkä. Kiila on toisesta päästä 2 mm ja toisesta päästä 38 mm korkea ja sen leveys on 20 mm. Se tehdään esimerkiksi alumiinista tai puusta, jonka kosteuseläminen on vähäistä, kuten koivusta tai tammesta. Kiilan ylä- ja sivupinnoille on merkitty millimetriasteikko niin, että 0-viiva tulee kiilan pituuteen nähden keskeisesti. Kiila kuluu käytössä, jonka vuoksi siinä on kulutuspinntana lakkaus tai vaihdettava tarramuovi. (13:2.)



Kuva 13. Kiila (13.)

Poikkeama: valmiin rakennusosan pinnanmuodon kohtisuora poikkeama mittalaudan kulloisenkin aseman mukaisesta tasosta. (13:3.)



Kuva 14. Poikkeama (13.)

4.4.5 Pinnan tasaisuus

Tässä osassa rappauspinnan tasaisuudella tarkoitetaan pinnan muotoa sekä tasalaatuisuutta eikä niinkään mittapoikkeamia.

Valmiin pintarappauksen (kuva 15) tasaisuutta arvioidaan silmämääräisesti ja vertaamalla valmiin rappauspinnan struktuuria ja tasaisuutta mallityöhön, joka on tuotu työmaalle ennen rappaustyön aloittamista. Silmämääräisessä katselmuksessa kiinnitetään huomiota julkisivujen tasaisuuteen ja struktuurin yhdenmukaisuuteen. (1:36.)



Kuva 15. Valmis tehdasrapattu saumaton elementtijulkisivu (9.)

Julkisivujen tasaisuuteen vaikuttavat käytetyt värisävyt sekä rappauksen pinnan struktuuri. Roiskerapatuilla pinnoilla pinnan muotojen vaihtelut voivat saada julkisivut näyttämään epätasaisilta ja kirjavilta. Tarkasteluhetken valaistuksen vaikutus on otettava huomioon julkisivun tarkastelussa. Julkisivukatselmuksessa tulee välttää kirkasta auringonpaistetta. (1:28.)

4.4.6 Värin tasaisuus

Myös julkisivurappauksen väriä ja sen tasaisuutta arvioidaan silmämääräisellä katselmuksella ja mallityöllä. Kun käytetään sementti- ja kalkkisementtilaasteja saattaa rappauksen pinnassa esiintyä materiaalien kuivumisesta johtuvaa vaaleaa härmettä. Katselmuksessa kiinnitetäänkin huomiota julkisivujen härmehtimiseen ja kirjavuuteen. (1:29.)

Härme jaetaan vesiliukoiseen alkalihärmeeseen ja kalsiumkarbonaattia sisältävään kalkkihärmeeseen (1:30).

Alkalihärme on vesiliukoista, sementissä aina esiintyvää alkalisuolaa, joka oikeissa olosuhteissa ilmenee valkoisena kerroksena rappauksen pinnassa tuoreen laastin kuivuessa. Suurin osa sementin alkalisuoloista häviää ajan myötä sateen ja tuulen vaikutuksesta. Loput alkalihärmeestä voidaan tarvittaessa poistaa rappauspinnasta kevyellä harjauksella. (1:31.)

Kalkkihärme muodostuu sementtiä sisältävän rappauksen pintaan ilman sisältämän hiilidioksidin reagoiessa sementin kalsiumhydroksidin kanssa (1:32). Muodostuneet suolat ovat vesiliukoisia ja kiteytyvät rappauspintaan kalkkikiveksi veden haihduttua. Kalkkihärme ei kuitenkaan lähde pois vesipesulla, vaan vaatii tehokkaamman vesihiekkapesun, joka saattaa vaurioittaa rappauspintaa (1:33.)

Kun rapatuilla julkisivuilla käytetään tummia värisävyjä (kuva 16), on kirjavuusriski ja härmeen näkyminen yleisempää kuin vaaleissa julkisivuissa. (1:34.)



Kuva 16. Värisävyltään tumma tehdasrapattu saumaton julkisivu (6.)

4.4.7 Kiinnipysyvyys

Sementtilaasteilla tehdyn rappauksen tulee kauttaaltaan tarttua kiinni alustaansa sekä eri rappauskerrosten tarttua kiinni toisiinsa (1:35).

Pintarappauksen täytyy aina pysyä kauttaaltaan kiinni alustastaan, oli se tehty millä rappauslaastilla tahansa (1:36).

4.4.8 Halkeilu

Valmiissa rappauspinnassa näkyvästä halkeilusta on usein lähinnä vain esteettistä haittaa. Rappauksen ja ulkoseinärakenteen säilyvyydelle halkeilusta on haittaa vasta silloin, kun halkeaman leveys on niin suuri, ettei sitä esteettisistäkään syistä voida hyväksyä. (1:37.)

Halkeilun rajoittaminen on tarpeellista silloin, kun julkisivurappaukselle asetetaan korkeat ulkonäkövaatimukset tai kun rappaus pinnoitetaan vettä hylkivillä materiaaleilla (1:38).

Seuraavassa taulukossa halkeamat on luokiteltu niiden koon sekä esiintymistiheyden perusteella.

Taulukko 3. Rapatun pinnan halkeiluluokitus ja raja-arvot (1).

	Rappausten halkeiluluokitus		
	Luokka 1	Luokka 2	Luokka 3
Halkeaman leveys [mm]	0,05 – 0,1	0,2 – 0,3	0,4 – 0,5
Halkeaman pituus [mm]	≤ 1 000	≤ 1 000	≤ 500
Halkemien esiintymistiheys	≤ 1 kpl/m ²	≤ 1 kpl/m ²	≤ 1 kpl/5m ²

Luokka 1: Vaaleat sileät rappaukset, joille asetetaan korkeat ulkonäkövaatimukset tai alustan kuivumista hidastavilla pinnoitteilla pinnoitettavat rappaukset. Mikäli rappaukselle halutaan asettaa erityisen korkea laatuvaatimus halkeilun suhteen, kaikkien rappauskerrosten tulee täyttää asetetut vaatimukset. (1:39.)

Luokka 2: Rappauspinnat yleensä (1:40).

Luokka 3: Karkeat roiskepintaaiset rappaukset, joita ei käsitellä vettä hylkivillä tai alustan kuivumista hidastavilla pinnoitteilla (1:41).

5 KATSELMUKSET JA TARKASTUKSET

Katselmukset ja tarkastukset kuuluvat olennaisena osana rappaustöiden laadun seuraamiseen ja valvontaan. Rappaustöiden yhteydessä pidetään katselmuksia, joissa todetaan tarkasteltavien työvaiheiden asiakirjojen mukaisuus. Tärkeimpiin katselmuksiin tulee kohteen urakoitsijan ja valvojan lisäksi osallistua työvaiheen kannalta keskeiset suunnittelijat sekä tilaajan edustaja. Tällaisia katselmuksia ovat alustakatselmus, mallityökatselmus ja vastaanottokatselmus. Näiden lisäksi voidaan tarpeen vaatiessa järjestää myös muita katselmuksia, kuten työmaalle saapuvien

elementtien katselmus, jossa tarkistetaan elementtien kuljetuksen jälkeinen kunto. Katselmuksia järjestetään mikäli ne katsotaan aiheellisiksi. (1:42.)

5.1 Alustakatselmus

Ennen rappaustyön aloittamista tulee rappausalustoille pitää alustakatselmus, jossa todetaan:

- alustan suoruus
- ulkonäkövaatimusten täyttyminen (yksikerrosrappaukset)
- alustassa olevat vauriot
- sovitaan alustan vaurioiden korjaamisesta
- alustan puhtaus

Alustakatselmuksesta laaditaan katselmuspöytäkirja, jossa todetaan edellä mainitut asiat. (1.43.)

5.2 Mallityökatselmus

Ennen rappaustöiden aloittamista tehdään mallityö, Se toimii laadun eräänlaisena mittarina, johon valmiita rappauspintoja verrataan. Rappauksen mallityö hyväksytetään rappauksen valvojalla ja tilaajalla. (1:44.)

Mallityössä määritellään rappauksen lopullinen ulkonäkö sekä varmistetaan käytettävien työtekniikoiden soveltuvuus ja urakoitsijan ammattitaito kyseiseen työhön. Mallityötä käytetään referenssipintana, johon valmiita pintoja verrataan. (1:45.)

Mallityön tulee olla pinta-alaltaan vähintään 1 m² valittaessa rappauksen struktuuria ja väriä. Lopullisesta pinnasta tehdyn mallityön pinta-alan tulee olla vähintään 2 x 2 m². (1:46.) Lopullisia mallityökatselmuksia voi olla useita sen mukaan, millainen kohde on kyseessä (1: 47).

5.3 Vastaanottokatselmus

Vastaanottokatselmuksessa valmista rappausta verrataan hyväksyttyyn mallityöhön sekä todetaan myös muilta osin työsuoritusten asiakirjojenmukaisuus.

Vastaanottokatselmuksesta laaditaan pöytäkirja, johon kirjataan mahdolliset huomautukset ja toimenpide-ehdotukset. (1:48.)

Vastaanottokatselmuksessa täytyy kiinnittää huomiota myös elementtisaumoihin, jotka eivät saa näkyä, vaan pinnan tulee jatkua yhtenäisenä ja tasaisena niin väriltään kuin struktuuriltaan.

6 TYÖMAALLA TEHTÄVÄT MITTAUKSET JA KOKEET

Rappausten pakkasenkestävyys on tärkein julkisivurappausten käyttöikään liittyvä materiaaliominaisuus. Rappauslaastien pakkasenkestävyyttä voidaan testata eri menetelmillä, kuten laastin ilmamäärän- sekä vesimäärän mittauksilla. (1:49.)

6.1 Ilmamäärän mittaus

Ilmamäärämittaus on yksi rappauslaastin pakkasenkestävyyden mittausmenetelmä. Liian alhainen ja erityisen suuri ilmamäärä saattaa huonontaa laastin pakkasenkestävyyttä. (1:50.)

Tuoreen laastin ilmapitoisuuden tulee pysyä laastin valmistajan määrittelemissä rajoissa. Laastityyppi vaikuttaa suositeltuun ilmapitoisuuteen. (1:51.)

Laastin ilmamäärää mitataan ilmamittarilla. Rinnakkaisia mittauksia tulee olla vähintään 3 kpl. Ilmamäärä mittaus suoritetaan vähintään aina uuden toimituserän yhteydessä. Rappaustyön kestäessä useita viikkoja voidaan ilmamittaus suorittaa lisäksi esimerkiksi kerran viikossa. Tarkempi mittausohjelma määritetään suunnitelma-asiakirjoissa. Mittaustulokset kirjataan työmaapäiväkirjaan. (1:52.)

6.2 Vesimäärän mittaus

Laastin liian suuri vesipitoisuus saattaa johtaa laastin puutteelliseen pakkasenkestävyyteen sekä lisätä laastin plastista ja kuivumiskutistumaa (1:53).

Laastin vesimäärä riippuu laastityypistä. Vesimäärän on oltava laastinvalmistajan ohjeen mukainen. Laastin vesimäärä mitataan ns. mikroaaltouunikokeella.

Rinnakkaisia mittauksia tulee olla vähintään 3 kpl. Vesimäärä mittaus tehdään kerran päivässä. Mittaustulokset kirjataan työmaapäiväkirjaan. (1:54.)

6.3 Tartunnan testaus

Työmaalla voidaan myös testata pohjarappauksen kiinnittymistä eristeeseen, sekä eri rappauserosten keskinäistä tartuntaa koputtamalla. Erityistapauksissa voidaan kiinnittymistä testata tartuntavetokokein. Rappausta, joka on irronnut alustastaan eli kopoa on havaittavissa aikaisintaan vuoden kuluttua rappaustyön jälkeen. Tämä johtuu jännitysten hitaasta syntymisestä rappauksen ja alustan välillä. (1:55.)

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tietoa tehdarapatuista elementeistä ei ole tarjolla paljoakaan. On vain lähinnä niitä valmistavien yritysten julkaisuja, joten tiedonkeruu osoittautui haastavaksi. Hieman paremmin tietoa löytyi kuitenkin ohutrappaus-menetelmästä verrattuna kolmikerrosrappaukseen, joten kuvia kolmikerrosrappauksesta ei opinnäytetyöhön montaa kertynyt.

Tehdasrapattu elementti muodostuu sisäkuorielementistä, siihen kiinnitettävästä lämmöneristeestä sekä tehtaalla eristeen päälle tehtävästä pohjarappauksesta. Selvitetessä tällaisen rakenteen laatuvaatimuksia voidaan betonisessa elementissä käyttää sisäkuorielementille annettuja laatuvaatimuksia ja rappauksessa eristerappaukselle annettuja laatuvaatimuksia. Näitä laatuvaatimuksia yhdistämällä ja soveltamalla saadaan tehdasrapatulle elementille yhtenäiset laatuvaatimukset, jotka kattavat elementin koko valmistusvaiheen elinkaaren.

Tehdasrappauksen laadun valvonta eroaa suuresti työmaalla tehtävistä rappauseroista, koska pohjarappaus valmistetaan tehtaalla, jossa tehdas itse suorittaa valvonnan ilman tilaajaosapuolta.

Tehdasrapattuja elementtejä valmistetaan eri menetelmillä, mutta lopputulokset hieman poikkeavat toisistaan. Tutkimuksessa ei selvitetä, minkä valmistustavan lopputulos on laadultaan paras ja pitkäikäisin. Toisaalta tehdasrappauksen

säilyvyydestä ja korjaustarpeista ei ole vielä tarkkaa tietoa, koska menetelmää on käytetty vasta 2000-luvun alkupuolelta, eli tuotteena se on kohtalaisen uusi.

Työmaalla on tarkistettava sinne saapuvien tehdasrapattujen elementtien kunto tarkasti, sillä tehdasrapattu elementti on hyvin altis kuljetuksien aikaisille kolhuille. Ennen sopimusten allekirjoittamista tehdasrappausta tekevän yrityksen kanssa työmaalla on oltava tieto siitä kuka on vastuussa ja maksuvelvollinen kuljetusten aiheuttamien vaurioiden korjauksesta. Korjausten suorittamiseen menee useita työtunteja, joten on tiedettävä lisätöiden maksajaosapuoli.

Skanska Talonrakennus Oy:lle varmasti yksi hyödyllisimmistä tämän opinnäytetyön osioista on luku 4 Tehdasrappauksen laatuvaatimukset, siinä käydään läpi tehdasrapatun elementin koko valmistusprosessi. On tärkeää, että työmaalla tiedetään, miten tehdasrapattu elementti on valmistettu, koska työmaalta voidaan saadaan elementtitehtaalle parannusehdotuksia elementtien mahdollisista ongelmista. Kun tiedetään, miten tällainen elementti on valmistettu, kynnys parannusehdotuksiin madaltuu. Opinnäytetyön luvuissa 4 - 6 annetaan työmaalle työkaluja lopullisen rappauspinnan laadun valvontaan.

LÄHTEET

1. Suomen betonitieto. Rappauskirja 2005. By 46. Helsinki: Suomen Betoniyhdistys r.y. 2005.
2. Paroc Oy Ab. Verkkodokumentti. Julkaisuaika tuntematon (viitattu 17.2.11).
Saatavissa:
http://www.paroc.fi/channels/fi/building+insulation/solutions/external+walls+renovation/paroc_eristerappaus_vanhaseina.asp.
3. Maxit Oy Ab. Verkkodokumentti. Julkaisuaika tuntematon. (viitattu 10.2.11).
Saatavissa:
http://www.maxit.fi/modules/page/show_page~id~40729B9C23A7418D829805A9D07CCDB7~itemtype~00308B787886459385F296A5AFD4FA74~layout~optiroc.asp.
4. Paroc Oy Ab. Verkkodokumentti. Julkaisuaika tuntematon (viitattu 17.2.11).
Saatavissa:
<http://www.paroc.fi/channels/fi/building+insulation/solutions/external+walls/rendered+facade+i.asp>.
5. Suomen betonitieto. Betoni julkisivut 2007. Helsinki: Betonikeskus r.y. 2007.
6. Parma Oy. Verkkodokumentti. Julkaisuaika tuntematon. (viitattu 11.2.11).
Saatavissa: <http://www.parma.fi/fi/parma-kansio/julkisivut/>.
7. Paroc Oy Ab. Verkkodokumentti. Julkaisuaika tuntematon (viitattu 17.2.11).
Saatavissa:
<http://www.paroc.fi/channels/fi/building+insulation/solutions/external+walls/prewis.asp>.
8. Suomen betonitieto. Betonirakentamisen laatuohjeet 2007. By 47. Helsinki: Suomen betoniyhdistys r.y. 2007.
9. Betonteollisuus Ry. Verkkodokumentti. Julkaisuaika tuntematon (viitattu 7.4.2011). Saatavissa:

<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/julkisivut/julkisivujarjestelmat/rapatut-julkisivut#>.

10. Alsecco & Narmapinnoitus Oy. Verkkodokumentti. Julkaisuaika tuntematon (viitattu 1.3.11). Saatavissa: http://www.alsecco.net/alsecco_prewis_1_2_newest.pdf.
11. Ympäristöministeriö. Verkkodokumentti. Suomen rakentamismääräyskokoelma. C3 (2010) Rakennuksen lämmöneristys, määräykset. Helsinki 2008. (viitattu 16.2.11). Saatavissa: http://www.finlex.fi/data/normit/34163-C3-2010_suomi_221208.pdf.
12. Rakennustieto Oy. RunkoRYL 2000. Hämeenlinna: Rakennustietosäätiö 1998.
13. Rakennustieto Oy. RT 14-10373; Tasaisuuden mittaus.(1988). Rakennustietosäätiö 1988.